

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 2 0 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 7 7 7 4 6  
Application Number:

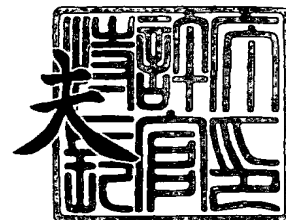
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 7 7 7 4 6 ]

出      願      人                      株式会社デンソー  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 2 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 N030050

【提出日】 平成15年 3月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01P 15/125

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 椿 弘一

【特許出願人】

    【識別番号】 000004260

    【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

    【識別番号】 100071135

    【住所又は居所】 名古屋市中区栄四丁目 6 番 1 5 号 名古屋あおば生命ビル

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 佐藤 強

    【電話番号】 052-251-2707

【選任した代理人】

    【識別番号】 100119769

    【氏名又は名称】 小川 清

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 008925

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9200169

【包括委任状番号】 0217337

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体力学量センサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 主表面に開口部が形成された支持基板と、

この支持基板上に前記開口部に臨んだ状態で支持され、当該支持基板の主表面と直交する方向への力学量の作用に応じて当該力学量の作用方向へ変位する半導体材料製の梁構造体と、

この梁構造体と一体に設けられ、当該梁構造体の変位方向と平行する面が電極面とされた半導体材料製の可動電極と、

前記支持基板上に支持され、前記梁構造体の変位に応じて前記可動電極との対向面積が変化するように配置された半導体材料製の第 1 の固定電極と、

この第 1 の固定電極の上方に当該第 1 の固定電極と電氣的に絶縁された状態で支持され、前記梁構造体の変位に応じて前記可動電極との対向面積が変化するように配置された半導体材料製の第 2 の固定電極と、  
を備え、

前記梁構造体に作用する力学量の大きさ及びその作用方向を、当該梁構造体の変位に伴う可動電極及び第 1 の固定電極間の対向面積変化に応じた静電容量の変化量と、梁構造体の変位に伴う可動電極及び第 2 の固定電極間の対向面積変化に応じた静電容量の変化量との差に基づいて検出することを特徴する半導体力学量センサ。

【請求項 2】 前記梁構造体は、前記支持基板に対して両持ち状に支持されることを特徴とする請求項 1 記載の半導体力学量センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、力学量の作用に応じた梁構造体の変位を、その梁構造体と一体に設けられた可動電極と支持基板に支持された固定電極との間の静電容量の変化として取り出すようにした半導体力学量センサに関する。

【0002】

**【従来の技術】**

例えば、自動車においては、車両安定性制御システムのような運動制御装置などを制御するために加速度センサが搭載される。このような用途に使用される加速度センサは、高い信頼性と共に小型化が要求されるため、従来では、半導体製造技術を利用したマイクロマシニング加工により製造することが行われている。このように製造される半導体加速度センサの例としては、シリコン基板より成る支持基板上に絶縁分離膜及びアンカー部を介して支持されたシリコン材料製の梁構造体と、この梁構造体と一体に設けられた櫛歯形状の可動電極と、上記支持基板上に絶縁分離膜を介して支持された櫛歯形状のシリコン材料製固定電極とを備えた静電容量式のものが提供されている（例えば特許文献1参照）。

**【0003】****【特許文献1】**

特開 2002-71707号公報

**【0004】****【発明が解決しようとする課題】**

特許文献1に記載された半導体加速度センサは、平板状に形成された支持基板の主表面と平行で尚且つ可動電極及び固定電極の突出方向と直交した方向の成分を含む加速度が作用したときに、可動電極及び固定電極間の距離が変化する構成となっており、その距離変化に応じた可動電極及び固定電極間の静電容量の変化量をセンサ出力として取り出す形態になっている。

**【0005】**

この種の半導体加速度センサが実装される電子基板が自動車に対して水平状態で搭載されていた場合を想定すると、水平方向（路面に対して平行な方向）の加速度を検出する用途に適用する場合には、半導体加速度センサを電子基板と平行に実装すれば良い。しかし、このような搭載状態の電子基板上に、路面に対し垂直な方向の加速度を検出できるように半導体加速度センサを実装する場合には、これを立てた状態とする必要が出てくるため、そのような実装のためのハンドリング治具を別途に用意しなければならず、これが製造コストの高騰原因になるという問題点があった。また、半導体加速度センサを2個設けて互いに直交する2

軸方向の加速度を検出可能な構成とする場合には、全体として平板形状をなす 2 個の半導体加速度センサを互いに直交させた状態でパッケージに組み付ける必要が出てくる。このため、スペース効率が悪化してパッケージ体積の大型化を招くものであり、その結果、全体の小型化というニーズに対応不可能になるという問題点があった。

#### 【0006】

しかも、特許文献 1 に記載された半導体加速度センサにあっては、可動電極及び固定電極間の距離の変化に伴う静電容量の変化量をセンサ出力として取り出す形態となっているため、可動電極の挙動に対し、当該可動電極及び固定電極間の距離が小さくなるのに応じてその距離の 2 乗に比例して大きくなるクーロン力の影響が及ぶことが避けられない。このため、作用した加速度とセンサ出力（静電容量の変化量）との関係が非直線な変化特性を示すことになり、センサ出力の使用レンジが限定されるという問題点もあった。

#### 【0007】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、実装のために要するコストの低減を実現できると共に、2 軸方向の力学量を検出可能な構成とする場合でも全体の小型化を実現でき、さらには、良好な出力特性を得ることができるようになる半導体力学量センサを提供することにある。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の手段によれば、支持基板の主表面と直交する方向の力学量が作用したときには、梁構造体はその力学量の作用方向へ変位し、これに応じて可動電極も変位する。このとき、可動電極は、その電極面と平行する方向へ移動されることになるため、当該可動電極と第 1 及び第 2 の固定電極との各対向面積の少なくとも一方が変化ようになる。この場合、可動電極及び第 1 の固定電極間の静電容量の変化量と、可動電極及び第 2 の固定電極間静電容量の変化量は、梁構造体に作用する力学量の大きさ及びその作用方向に応じて異なるようになるから、それら静電容量の変化量の差に基づいて、当該力学量の大きさ及び作用方向を検出できることになる。

**【0009】**

このような半導体力学量センサを例えば自動車に搭載する場合、水平状態で配置されている電子基板上に平行に実装することにより、路面に対し垂直な方向に作用する力学量を検出可能となる。従って、そのような用途に利用する場合において、従来のように半導体加速度センサを立てた状態で実装するためのハンドリング治具を別途に用意する必要がなくなるから、実装のために要するコストの低減を実現できる。

**【0010】**

また、請求項1記載の手段による半導体力学量センサと、支持基板の主表面と平行する方向の力学量を検出できるセンサ（特許文献1のようなセンサ）とを2段重ね状に配置する構成とすれば互いに直交する2軸方向の力学量を検出可能になるから、このような構成とする場合に、従来構成のように2個の半導体加速度センサを互いに直交させた状態でパッケージに組み付ける必要がなくなり、結果的にスペース効率が向上して全体の小型化を実現できるようになる。

**【0011】**

しかも、力学量が作用した状態でも可動電極と第1及び第2の固定電極との間の距離がほぼ一定に保たれるから、それら電極間に作用するクーロン力がセンサ出力特性に悪影響を及ぼす事態を排除できるようになる。この結果、作用した力学量とセンサ出力との関係が直線的なものになり、良好な出力特性を得ることができる。

**【0012】**

請求項2に記載した手段によれば、梁構造体が両持ち状に支持されているから、力学量が作用した状態における可動電極の挙動が安定するようになる。

**【0013】****【発明の実施の形態】**

以下、本発明の一実施例について図面を参照しながら説明する。この実施例において、図1には半導体加速度センサ1（半導体力学量センサに相当）の要部の平面形状が概略的に示され、図2及び図3にはそれぞれ図1中のA-A'線及びB-B'線に沿った断面形状が模式的に示されている。尚、図1ないし図3での

各部の寸法比率は実際とは異なった状態で示されている。また、以下の説明では、図 1、図 2、図 3 における左右方向を x 軸方向、図 1 における上下方向及び図 2、図 3 における紙面と直行した方向を y 軸方向、図 1 における紙面と直行した方向及び図 2、図 3 における上下方向を z 軸方向とする。

#### 【0014】

図 1 ないし図 3 において、矩形状に形成された支持基板 2 は、例えばシリコン基板よりなるもので、その主表面に z 軸方向に貫通した状態の開口部 3 が形成されている。支持基板 2 上には、梁構造体 4 が開口部 3 に臨むようにして両持ち状に支持されている。この梁構造体 4 は、不純物が拡散された p 型或いは n 型のポリシリコン膜よりなる。また、支持基板 2 は、その主表面に絶縁分離膜 5 を備えた構成となっており、梁構造体 4 は、その両端が絶縁分離膜 5 を介して支持された形態となっている。

#### 【0015】

梁構造体 4 は、両側に形成された膜厚が相対的に小さい状態のばね部 6 a 及び 6 b と、中央部に形成された膜厚が相対的に大きい状態の質量部（マス部）6 c とからなる梁部 6 を備えており、加速度が検出対象方向である z 軸方向へ作用したときに質量部 6 c を中心に当該加速度の作用方向へ変位する構成となっている。この質量部 6 c の両面側からは、互いに所定間隔を存した状態の例えば 2 本ずつの可動電極 6 d が、梁部 6 と直交し且つ支持基板 2 の主表面と平行する方向（y 軸方向）へ一体に突出形成されている。また、梁部 6 の一方の端部側には、膜厚が相対的に大きい状態の端子形成部 6 e が一体に形成されている。この場合、可動電極 6 d は、断面矩形の棒状に形成されており、梁構造体 4 の変位方向（z 軸方向）と平行する面が電極面として機能する構成となっている。

#### 【0016】

支持基板 2 における絶縁分離膜 5 上には、開口部 3 内へ突出した形態の例えば 3 本ずつの第 1 の固定電極 7 a を片持ち状に支持した第 1 の固定電極膜 7 が形成されている（特には、図 3 参照）。上記第 1 の固定電極 7 a は、不純物が拡散された p 型或いは n 型のポリシリコン膜により断面矩形の棒状に形成されたもので、それぞれ可動電極 6 d の側面（電極面）と所定間隔を存して平行した状態で配



置されている。従って、可動電極 6 d と第 1 の固定電極 7 a との各間には、それぞれコンデンサ C 1 (図 3 に 1 個分のみ示す) が形成されることになる。

#### 【0017】

第 1 の固定電極膜 7 上には、例えば堆積法により形成された補助絶縁分離膜 8 により絶縁された状態の第 2 の固定電極膜 9 が設けられている。この第 2 の固定電極膜 9 には、開口部 3 内へ突出し且つそれぞれ前記第 1 の固定電極 7 a と同一配置とされた 3 本ずつの第 2 の固定電極 9 a が片持ち状に設けられている。上記第 2 の固定電極 9 a は、不純物が拡散された p 型或いは n 型のポリシリコン膜により断面矩形の棒状に形成されたもので、それぞれ可動電極 6 d の側面 (電極面) と所定間隔を存して平行した状態で配置されている。従って、可動電極 6 d と第 2 の固定電極 9 a との各間には、それぞれコンデンサ C 2 (図 3 に 1 個分のみ示す) が形成されることになる。

#### 【0018】

尚、第 2 の固定電極膜 9 及び補助絶縁分離膜 8 には、これを貫通して第 1 の固定電極膜 7 に達するコンタクトホール 10 が形成されている。そして、第 1 の固定電極膜 7 には、コンタクトホール 10 と対応した部分にオーミックコンタクトを取るために不純物が高濃度にドーピングされるものであり、このドーピング部分から第 1 の固定電極 7 a 用のボンディングワイヤ 11 を引き出す構成となっている。また、第 2 の固定電極膜 9 の所定部分にも、オーミックコンタクトを取るために不純物が高濃度にドーピングされるものであり、このドーピング部分から第 2 の固定電極 9 a 用のボンディングワイヤ 12 を引き出す構成となっている。さらに、可動電極 6 d のための端子形成部 6 e にも、また、オーミックコンタクトを取るために不純物が高濃度にドーピングされるものであり、このドーピング部分から可動電極 6 d 用のボンディングワイヤ 13 を引き出す構成となっている。

#### 【0019】

図 4 及び図 5 には、上記のような半導体加速度センサ 1 の製造プロセスの一例が示されており、以下これについて説明する。尚、図 4 及び図 5 は、製造プロセスを図 3 に示した断面を用いて模式的に表した概略断面図であって、各部の寸法比率が実際と大きく異なるものであり、また、簡略化のために可動電極数及び固

定電極数を減らした状態としている。

【0020】

① 図4(a)に示すように、支持基板2上に、熱酸化或いはCVD法などにより絶縁分離膜5となるシリコン酸化膜101を成膜する。尚、このシリコン酸化膜101は、犠牲層及びエッチングストッパとしても機能する。

【0021】

② 図4(b)に示すように、シリコン酸化膜101上に、梁構造体4の一部(ばね部6a、6b、質量部6cの下半部、可動電極6dの下半部、端子形成部6eの下半部)及び第1の固定電極膜7のためのポリシリコン薄膜102をCVD法などにより成膜し、その後に拡散法などを利用して不純物濃度を高める。

【0022】

③ 図4(c)に示すように、ポリシリコン薄膜102をフォトリソグラフィ技術などの利用によりパターニングすることによって開口部102a群を形成し、最終的に梁構造体4の一部(ばね部6a、6b、質量部6cの下半部、可動電極6dの下半部、端子形成部6eの下半部)及び第1の固定電極膜7となる領域を形成する。

【0023】

④ 図4(d)に示すように、開口部102a群を含むポリシリコン薄膜102上に補助絶縁分離膜8となるシリコン酸化膜103をCVD法などにより成膜すると共に、そのシリコン酸化膜103に対し、最終的に質量部6c及び可動電極6dが形成される部分にポリシリコン薄膜102に達する開口部103aを形成する。尚、このシリコン酸化膜103は、犠牲層としても機能する。また、シリコン酸化膜103の成膜後に、必要に応じて、当該シリコン酸化膜103の表面に平坦化処理を施しても良い。

【0024】

⑤ 図4(e)に示すように、開口部103aを含むシリコン酸化膜103上に、梁構造体4の一部(質量部6cの上半部、可動電極6dの上半部、端子形成部6eの上半部)及び第2の固定電極膜9のためのポリシリコン薄膜104をCVD法などにより成膜し、その後に拡散法などを利用して不純物濃度を高める。

尚、必要に応じて、ポリシリコン薄膜 104 の表面に平坦化処理を施すこともできる。

#### 【0025】

⑥ 図 5 (f) に示すように、ポリシリコン薄膜 104 をフォトリソグラフィ技術などの利用によりパターニングすることによって開口部 104 a 群を形成し、最終的に梁構造体 4 の一部（質量部 6 c の上半部、可動電極 6 d の上半部、端子形成部 6 e の上半部）及び第 2 の固定電極膜 9 となる領域を形成すると共に、コンタクトホール 10 となる開口部 104 a を形成する。

#### 【0026】

⑦ 図 5 (g) に示すように、支持基板 2 を、KOH 液などを使用して異方性エッチングすることにより、開口部 3 を形成する。尚、このエッチング時には、シリコン酸化膜 101 がエッチングストッパとして機能する。

#### 【0027】

⑧ 図 5 (i) に示すように、犠牲層となるシリコン酸化膜 101 及び 103 を、フッ酸系エッチング液などを使用して等方性エッチングすることにより、梁構造体 4 をリリースする。

#### 【0028】

上記した本実施例による半導体加速度センサ 1 においては、可動電極 6 d と第 1 の固定電極 7 a との各間にそれぞれ形成されたコンデンサ C 1 が並列接続された形態となり、可動電極 6 d と第 2 の固定電極 9 a との各間にそれぞれ形成されたコンデンサ C 2 も並列接続された形態となる。このようなコンデンサ C 1 及び C 2 の合成静電容量を検出する回路は種々提供されているが、一般的には、その静電容量検出時に各コンデンサ C 1 及び C 2 に対して所定周波数の交流電圧信号が印加された状態とされる。このような電圧印加状態では、可動電極 6 d と第 1 の固定電極 7 a 及び第 2 の固定電極 9 a との間にクーロン力が作用するため、可動電極 6 d は図 3 に示すような位置に保持される。

#### 【0029】

このような状態から、z 軸方向の加速度が作用したときには、梁構造体 4 がその加速度の作用方向へ変位し、これに応じて可動電極 6 d も変位する。このとき

、可動電極 6 d は、その電極面と平行する方向へ移動されることになるため、当該可動電極 6 d と第 1 の固定電極 7 a 及び第 2 の固定電極 9 a との各対向面積の一方が変化するようになり、これに応じて上記コンデンサ C 1 及び C 2 の各合成静電容量も変化する。

#### 【0030】

この場合、図 3 中に矢印 z で示す方向の加速度が作用したときには、可動電極 6 d 及び第 1 の固定電極 7 a 間の対向面積に変化がないため第 1 のコンデンサ C 1 の合成静電容量は変化しないが、可動電極 6 d 及び第 2 の固定電極 9 a 間の対向面積が減少するため第 2 のコンデンサ C 2 の合成静電容量が当該対向面積に比例して減るようになる。また、矢印 z と反対方向の加速度が作用したときには、可動電極 6 d 及び第 2 の固定電極 9 a 間の対向面積に変化がないため第 2 のコンデンサ C 2 の合成静電容量は変化しないが、可動電極 6 d 及び第 1 の固定電極 7 a 間の対向面積が減少するため第 1 のコンデンサ C 1 の合成静電容量が当該対向面積に比例して減るようになる。つまり、コンデンサ C 1 及び C 2 の各合成静電容量の変化量は、梁構造体 4 に作用する加速度の大きさ及びその作用方向に応じて異なるようになるから、それら静電容量の変化量の差に基づいて、当該加速度の大きさ及び作用方向を検出できることになる。

#### 【0031】

このような半導体加速度センサ 1 を例えば自動車に搭載する場合、水平状態で配置されている電子基板上に平行に実装することにより、路面に対し垂直な方向に作用する力学量を検出可能となる。従って、そのような用途に利用する場合において、従来のように半導体加速度センサを立てた状態で実装するためのハンドリング治具を別途に用意する必要がなくなるから、実装のために要するコストの低減を実現できる。

#### 【0032】

また、本実施例による半導体加速度センサ 1 を、支持基板の主表面と平行する方向の力学量を検出できるセンサ（特許文献 1 のようなセンサ）と 2 段重ね状に配置する構成とすれば互いに直交する 2 軸方向の力学量を検出可能になるから、このような構成とする場合に、従来構成のように 2 個の半導体加速度センサを互

いに直交させた状態でパッケージに組み付ける必要がなくなり、結果的にスペース効率が向上して全体の小型化を実現できるようになる。

### 【0033】

しかも、加速度が作用した状態でも可動電極 6 d と第 1 の固定電極 7 a 及び第 2 の固定電極 9 a との間の距離がほぼ一定に保たれるから、それら電極間に作用するクーロン力がセンサ出力特性に悪影響を及ぼす事態を排除できるようになる。この結果、作用した加速度とセンサ出力（コンデンサ C 1 及び C 2 の合成静電容量の変化量）との関係が直線的なものになり、良好な出力特性を得ることができる。

### 【0034】

また、本実施例によれば、梁構造体 4 が支持基板 2 に対して両持ち状に支持されているから、加速度が作用したときの可動電極 6 d の挙動が安定するようになり、センサ特性の向上に寄与できる。さらに、梁構造体 4 のばね部 6 a、6 b の形状（例えば z 軸方向の寸法）を調整することによって、その耐破壊強度の範囲内ではばね定数を変更できるから、種々の検出感度を持つ半導体加速度センサを容易に作成することができる。

### 【0035】

（他の実施の形態）

その他、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、以下に述べるような変形或いは拡張が可能である。

可動電極 6 d と第 1 の固定電極 7 a 及び第 2 の固定電極 9 a との組合せを 1 組だけ設ける構成としたが、複数組を z 軸方向に重ね合わせた状態で設ける構成としても良い。

半導体加速度センサに限らず、ヨーレートセンサや角速度センサ或いは衝撃センサなどのような他の半導体力学量センサにも応用できる。

### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例を示す要部の概略的な平面図

【図 2】 図 1 中の A-A' 線に沿った模式的断面図

【図 3】 図 1 中の B-B' 線に沿った模式的断面図

【図 4】 製造プロセスを示す模式的断面図その 1

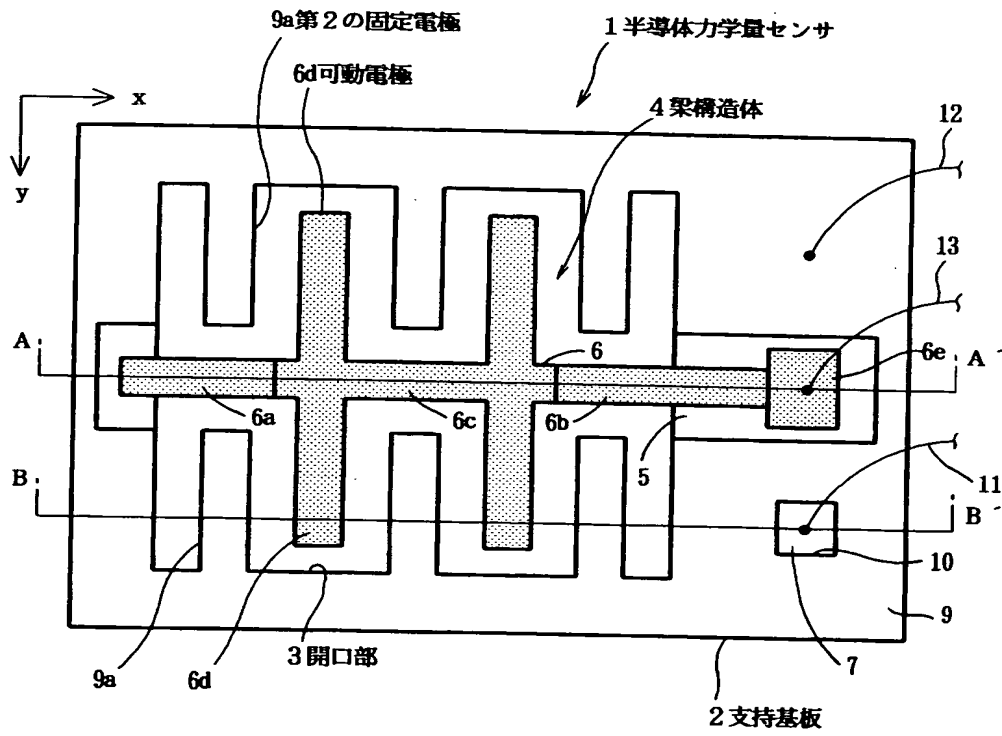
【図 5】 製造プロセスを示す模式的断面図その 2

【符号の説明】

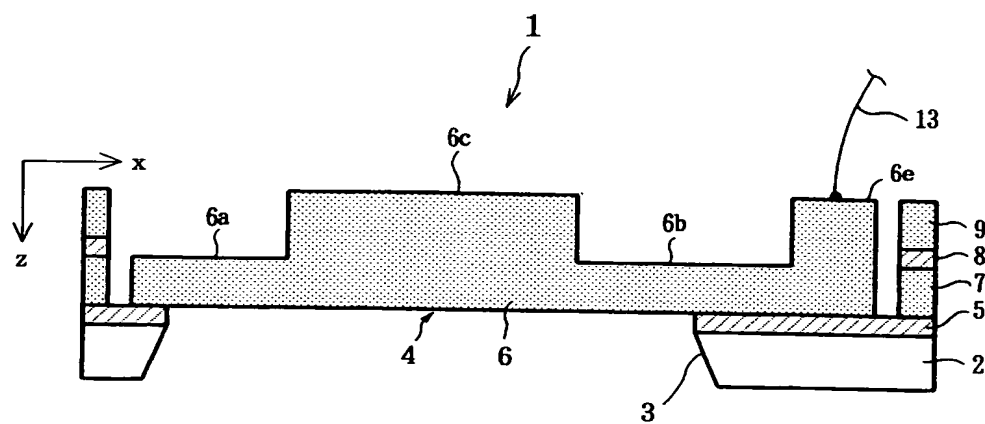
1 は半導体加速度センサ（半導体力学量センサ）、2 は支持基板、3 は開口部、4 は梁構造体、5 は絶縁分離膜、6 は梁部、6 a、6 b はばね部、6 c は質量部、6 d は可動電極、7 は第 1 の固定電極膜、7 a は第 1 の固定電極、8 は補助絶縁分離膜、9 は第 2 の固定電極膜、9 a は第 2 の固定電極を示す。

【書類名】 図面

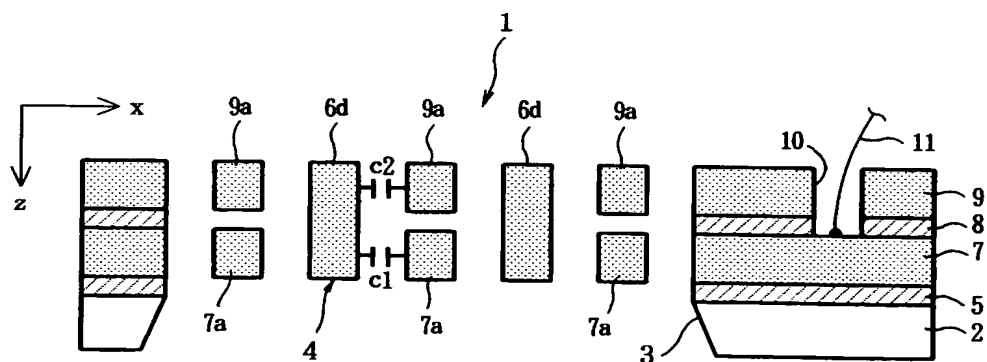
【図 1】



【図 2】

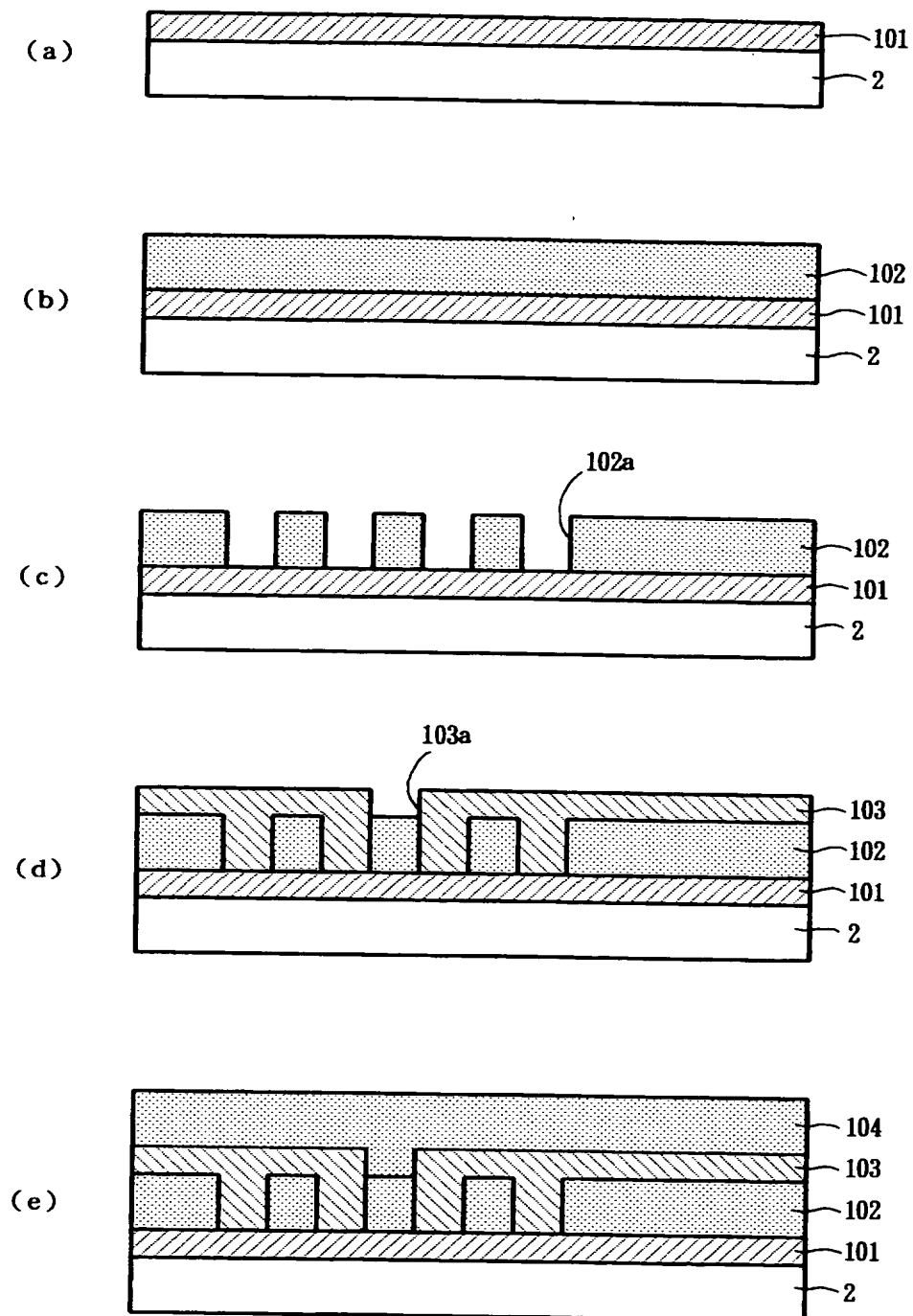


【図 3】

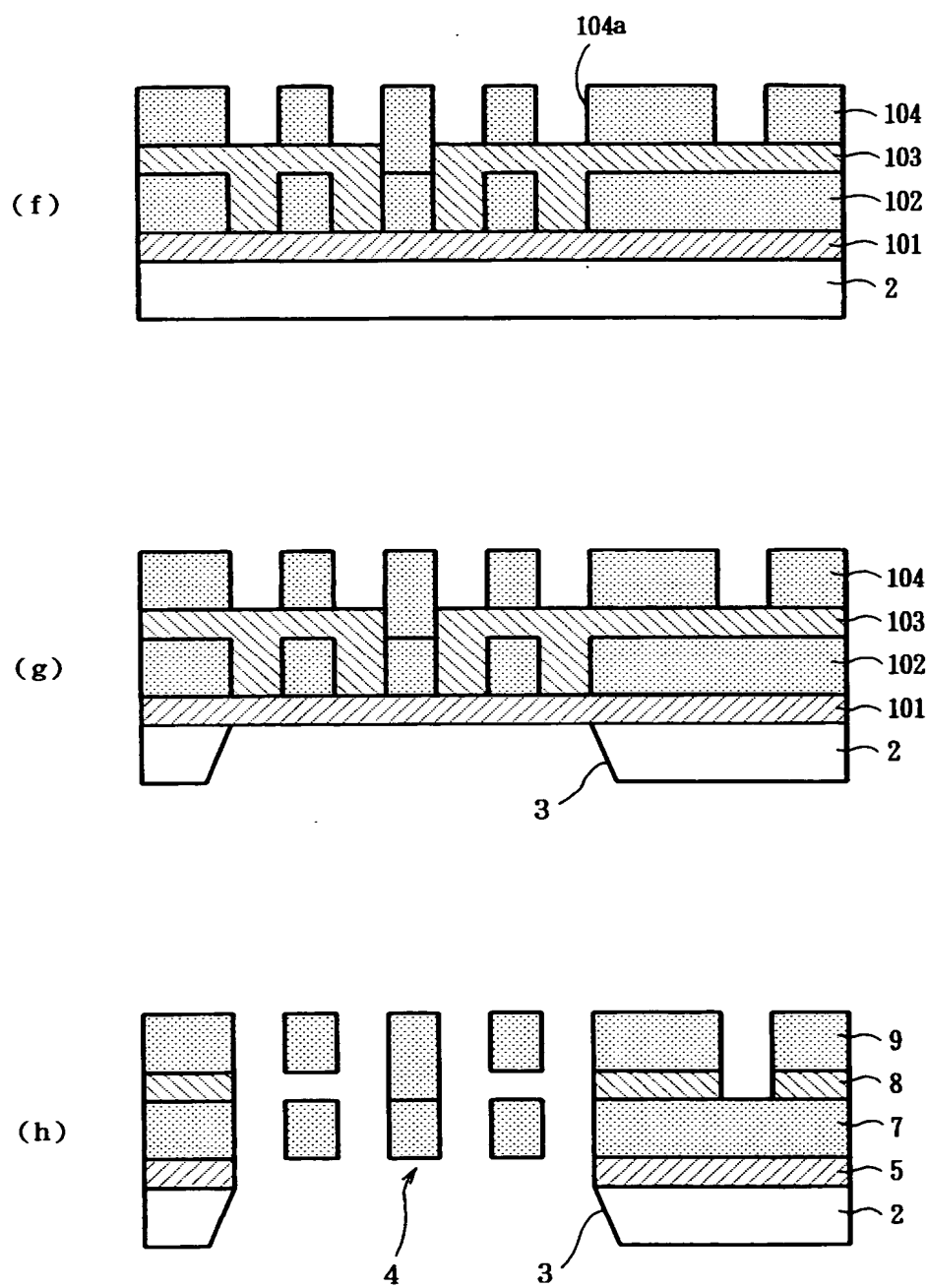




【図 4】



【図 5】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 実装のために要するコストの低減を実現すること、2 軸方向の力学量を検出可能な構成とする場合でも全体の小型化を実現すること、良好な出力特性を得ること。

**【解決手段】** 不純物拡散ポリシリコン製の梁構造体 4 は、支持基板 2 に形成された開口部 3 に臨むように支持され、その支持基板 2 の主表面と直交する  $z$  軸方向への加速度の作用に応じて変位する。梁構造体 4 には、その変位方向と平行する面が電極面とされた可動電極 6 d が一体に形成される。支持基板 2 には、梁構造体 4 の変位に応じて可動電極 6 d との対向面積が変化するように配置された不純物拡散ポリシリコン製の第 1 の固定電極 7 a が支持される。この第 1 の固定電極 7 a の上方には、梁構造体 4 の変位に応じて可動電極 6 d との対向面積が変化するように配置された不純物拡散ポリシリコン製の第 2 の固定電極 9 a が第 1 の固定電極 7 a と補助絶縁分離膜 8 を介した状態で支持される。

**【選択図】** 図 3

特願 2 0 0 3 - 0 7 7 7 4 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 6 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー